

温度与晶种对含氟废水处理效率的影响

冯汉翔 杨萍萍 刘田杰
东莞市慧丰环保科技有限公司
DOI:10.32629/eep.v2i6.295

[摘要] 针对现有的钙盐沉淀法去氟存在效率较低、效果欠优的问题,本文设计多组实验探究温度与晶种、反应时间对含氟废水处理效率的影响,并综合分析三个因素及相应的实验数据,其结果表明,利用钙盐沉淀法结合合适的晶体(分析纯氟化钙)、反应温度(55° C)、时间(3min)更容易获得最佳的去氟效果,达到满足国家污水一级排放标准。

[关键词] 含氟废水; 钙盐; 温度; 晶种; 时间

前言

为倡导绿色环保,保障水体、土壤不受到严重的环境污染,国家严格规定污水排放标准,工业废水的各种有害离子都有其浓度的限制,例如废水中的氟离子的浓度要求低于10mg/L(国家污水一级排放标准值)^[1]。目前工业中常用的废水去氟手段是钙盐沉淀法^[2],但普遍都发现仅仅加入钙盐到废水中去氟的效果比较差,达不到污水一级排放标准,因此相关学者、工程师还研究了辅助性手段,例如添加晶种或者流化床石英砂结晶法^[3]等等,本文在研究过程中还发现一些可改进的手段,因此本文将探究温度与晶种、反应时间对含氟废水处理效率的影响。

1 实验探究

1.1 实验准备与过程

本文设计实验主要探究温度与晶种对含氟废水处理效率的影响,去氟的方法是基于工业上常用的钙盐沉淀法,本文利用该方法作为实验的第一原理:



有研究表明,氟在废水中并非全部以F⁻形态存在,尤其在酸性较大的废水中,氟离子会跟氢离子结合形成较多的HF或者HF²⁻:



在碱性较大的废水中,钙离子会跟氢氧离子结合形成微溶的氢氧化钙,抢夺来自钙盐的钙离子。



综合以上,为充分利用钙离子,达到更好的去氟效果,借鉴学者的研究控制7<pH<8^[4]。

首先设计三组实验探究去氟效果受反应温度的影响,去氟效果通过残余氟浓度体现。为得到原始氟离子浓度比较准确的溶液,本文取5L自来水与500mg氟化钠配备成100mg/L的含氟水,并用玻璃滴管滴入10滴CuSO₄溶液,还加入2mg的KH₂PO₄粉末,经搅拌配置成含氟废水,并把握7<pH<8,然后分成25份,即每份200mL,其中本文只用其中24份。三组实验各取5份含氟废水,其中第一组实验的5份含氟废水分别只加60mg钙盐,不加晶种,分别置于5个不同温度下反应2分钟;第

二组实验的5份含氟废水各添加60mg钙盐、1g萤石,也是分别置于5个不同温度下反应2分钟;第三组实验的5份含氟废水各添加60mg钙盐、1g分析纯氟化钙晶体,也是分别置于5个不同温度下反应2分钟,注意每一种温度条件的三组实验需同时进行水浴加热2分钟,每组实验计时完成过后及时过滤,并利用电子仪器检测残余氟离子浓度,记录数据。

再设计三组实验探究恒温条件下去氟效果受反应时间(沉淀反应)的影响,根据上一个实验可初步得到在55° C的条件下去氟效果比较好,本次实验就控制水浴温度全部为55° C,由于上次实验已有55° C水浴两分钟后残余氟离子浓度的数据,因此本次的三组实验各取3份含氟废水,第一组实验的3份含氟废水依然是只加60mg钙盐,不加晶种,而是分别反应不同的时间(4min、6min、8min);第二组实验的3份含氟废水依然是各添加60mg钙盐、1g萤石,然而也是分别反应不同的时间;第三组实验的3份含氟废水依然是各添加60mg钙盐、1g分析纯氟化钙晶体,然而也是分别反应不同的时间;三组实验的每一个计时时段里开始时刻都要相同,每组实验计时完成过后及时过滤,并利用电子仪器检测残余氟离子浓度,记录数据。

1.2 实验结果与分析

对前面三组实验的数据进行统计、作图,以温度作为自变量,残余氟浓度作为因变量,描点划线,采用折线图表示,如图1,随温度增加,三组实验的残余氟浓度都呈减少趋势,也证明钙盐沉淀法去氟是可行的,对比三条折线可以看出,加分析纯氟化钙的去氟效果在同等实验条件下是最佳的,纵观三条折线的趋势,在45° C到55° C这个区间的去氟效果比较突出,残余氟浓度下降得比较快。

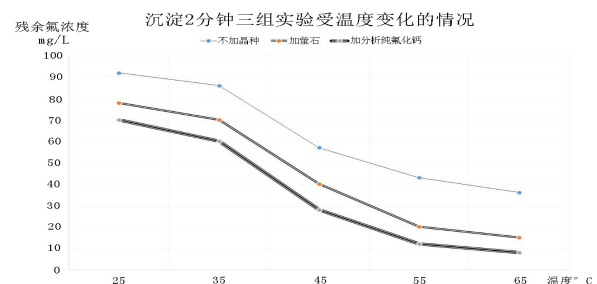


图1 沉淀2分钟三组实验受温度变化的情况

由此得到结论一: 控制沉淀反应的时间为2分钟, 在一定的温度范围内 ($25^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$), 随温度升高, 三组实验的去氟效果都增强, 加分析纯氟化钙比加萤石的效果更好, 加分析纯氟化钙、加萤石这两者都比不加晶种的效果明显更好; 并且在 55°C 时近似为去氟效果最好的温度点, 再增加温度, 去氟效果不够明显, 反而会引起增加处理成本。然而, 该结论是控制了较短的反应时间, 如果增加反应时间能使去氟效果增强, 那么控制合适的温度、选取合适的晶种以及控制合适的反应时间将取得去氟的最优效果。

对后面三组实验数据进行统计与绘图, 如图2所示:

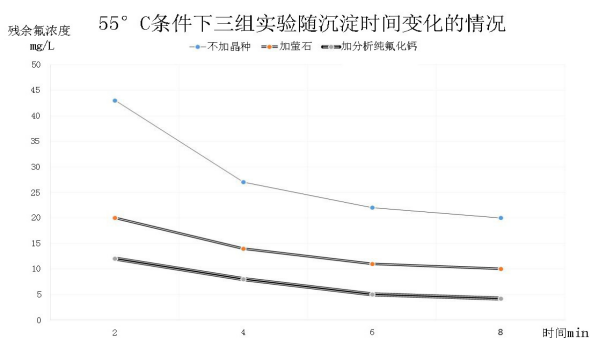


图2 55 $^{\circ}\text{C}$ 条件下三组实验随沉淀时间变化的情况

沉淀反应6分钟之内, 三组实验的去氟效果都比较明显, 6分钟之后, 残余氟浓度不再明显减少; 对比三条折线可以看出, 加分析纯氟化钙的去氟效果在同等实验条件下仍然是最佳的。由此得到结论二: 控制沉淀反应在 55°C 的条件下进行, 在较短时间范围内 (2min~8min), 随时间增加, 三组实验的去氟效果都增强, 尤其是加分析纯氟化钙的去氟效果

比不加晶种或者加萤石的效果都好, 通过加分析纯氟化钙去氟 (原液含氟浓度大概为 100mg/L), 使残余氟浓度符合国家污水一级排放标准 (F-浓度小于 10mg/L), 只需3分钟左右的时间; 而通过加萤石去氟, 达到标准时需要增加接近两倍的时间。综合对比图1与图2, 可得利用钙盐沉淀法结合合适的晶体、反应温度、时间更容易获得好的去氟效果, 达到满足排放标准。

2 结语

对废水去氟处理是通过一系列工艺手段来实现, 其中会有较多因素对去氟效果是产生一定影响的, 既有积极的方面, 也会有干扰的方面, 强化积极的影响, 避免会干扰的因子, 更有利于取得最优的去氟效果。本文设计实验主要探究了温度与晶种、反应时间对含氟废水处理效率的影响, 期望对环保行业提供有效的借鉴。

[参考文献]

- [1] 葛兴彬. 工业含氟废水的处理[J]. 中国资源综合利用, 2019, 37(04): 35-37.
- [2] 陈丽. 工业废水氟化物处理的技术比较和选择[J]. 河南化工, 2018, 35(02): 14-16.
- [3] 张莉, 林龙, 许银春. 流化床石英砂结晶法处理含氟废水[J]. 环保科技, 2017, 23(03): 37-40+43.
- [4] 陈城池. 含氟废水优化处理试验研究[J]. 珠江水运, 2015, (15): 62-64.

作者简介:

冯汉翔(1989--), 男, 广东东莞人, 汉族, 本科学历, 研究方向: 环境保护工程。